Flächeninanspruchnahme von PV-Freiflächenanlagen, Update 2024

Tobias Kelm, Daniel Stauch
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

02.06.2025

Erstellt im Rahmen des Vorhabens „Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 99 Erneuerbare-Energien-Gesetz, Spartenvorhaben solare Strahlungsenergie" im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Zuletzt wurden Daten zur Flächeninanspruchnahme von PV-Freiflächenanlagen zum Stand Ende 2023 veröffentlicht [1]. Mit dem vorliegenden Kurzpapier werden die Daten aktualisiert und ergänzt. Mit dem Marktstammdatenregister liegt eine Datenbasis vor, die grundsätzlich eine konsistente und belastbare Neuermittlung der Flächeninanspruchnahme ermöglicht. Die Daten sind jedoch weiterhin in Teilen lückenhaft: bspw. ist keine Flächenkategorie und/oder Hektarangabe enthalten, oder die Flächenangabe ist unplausibel hoch oder niedrig. Deshalb ist zunächst eine Plausibilisierung und Korrektur fehlerhafter Angaben bzw. eine Hochrechnung für Datensätze ohne Flächenangabe erforderlich.

Die Grundlage für die Hochrechnung bildet das Marktstammdatenregister (Datenstand: 03.03.2025). Anhand der aus den Marktstammdatenregisterdaten ermittelten Verteilung der pro Jahr neu installierten Leistung nach Flächenkategorien wurde die Zubauleistung pro Jahr und Flächenkategorien ermittelt. Diese wiederum wurde mit jahres- und flächenkategorienscharfen Werten der spezifischen Flächeninanspruchnahme pro Bundesland verrechnet, um die gesamte Flächeninanspruchnahme zu ermitteln. Die jahres- und flächenkategorienscharfe spezifische Flächeninanspruchnahme von Neuanlagen (in Hektar pro MW) wurden zunächst plausibilisiert. Dazu wurden Werte früherer Auswertungen genutzt. Als unplausibel eingestuft wurden Datensätze mit weniger als der Hälfte des Mittelwerts oder mehr als dem doppelten (starre Anlagen) bzw. dreifachen (nachgeführte Anlagen) des Mittelwerts.

In Bezug auf die Flächenkategorien stellen die so genannten Anlagen auf sonstigen baulichen Anlagen einen Sonderfall dar. In der EEG-Terminologie werden damit bauliche Anlagen bezeichnet, die keine Gebäudeanlagen sind (ehemalige Kiesgruben, Tagebauten oder Lärmschutzwälle etc.). Dieser Anlagentyp ist im technischen Sinne den Freiflächenanlagen gleichzusetzen. Im Marktstammdatenregister werden jedoch in vielen Fällen Gebäudeanlagen den sonstigen baulichen Anlagen zugeordnet, was oftmals aus der jeweiligen Anlagenbezeichnung hervorgeht. Daher wurden die sonstigen baulichen Anlagen um drei Zuordnungsschritte bereinigt, um eindeutige Freiflächenanlagen zu identifizieren: Anhand der Vergütungskategorien der aktuellen EEG-Bewegungsdaten (1), nach Suchmustern in der jeweiligen Anlagenbezeichnung (2) und der Setzung einer Anlagengröße (3) konnten zahlreiche Freiflächenanlagen (oder Gebäudeanlagen) eindeutig zugeordnet werden. Diese Freiflächenanlagen werden fortan als eigene Flächenkategorie „sonstige bauliche Anlagen" geführt. Generell erfolgt für diesen Anlagentyp keine Flächenangabe im Marktstammdatenregister. Unter Verwendung der spezifischen Flächeninanspruchnahme für Anlagen auf Konversionsflächen wurde die Flächeninanspruchnahme der Anlagen auf sonstigen baulichen Anlagen hochgerechnet.

Zubau der Leistung und Flächeninanspruchnahme nach Flächenkategorien

Bis 2010 erfolgte der Zubau von PV-Freiflächenanlagen zu großen Teilen auf Ackerland (Abbildung 1), ab 2011 verlagerte sich der Zubau auf Konversionsflächen, da Neuanlagen auf Ackerland im EEG nicht mehr förderfähig waren. Im Jahr 2013 ist der Zubau zunächst stark eingebrochen, weil mit dem EEG eine Größenbegrenzung auf 10 MW pro Anlage eingeführt wurde. In den vergangenen Jahren ist der Zubau von Freiflächenanlagen wieder deutlich gestiegen. Mit über 6 GW im Jahr 2024 wurde der bisher höchste Jahreszubau erreicht. Zum Jahresende 2024 waren damit insgesamt rund 31 GW PV-FFA installiert. Das Marktwachstum der letzten Jahre ist im Wesentlichen zwei Faktoren zuzurechnen: den erhöhten Ausschreibungsvolumina im EEG einerseits und der weiteren Preissenkung von Neuanlagen (abgesehen von vorübergehenden Preissteigerungen im Jahr 2022) und damit einem wachsenden Markt außerhalb der EEG-Förderung andererseits.

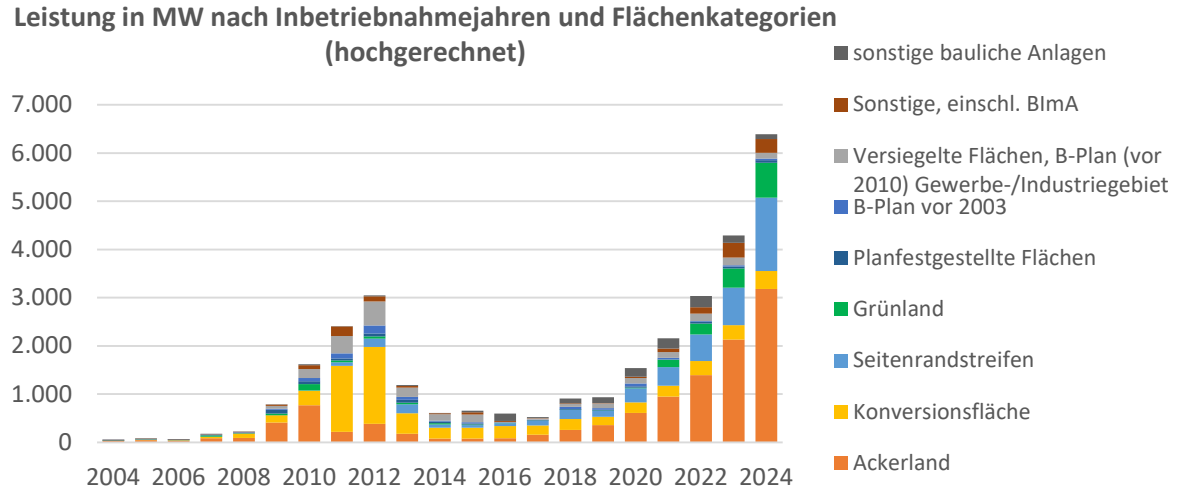

Abbildung 1: Zubau von PV-Freiflächenanlagen nach Flächenkategorien und Inbetriebnahmejahr. Eigene Auswertungen und Hochrechnungen auf Basis der EEG-Daten 2023 und des Marktstammdatenregisters.

Die Flächeninanspruchnahme der neu installierten Anlagen ist im Zuge des bis 2012 steigenden Zubaus auf bis zu 6.000 Hektar pro Jahr gestiegen und lag in den Jahren 2014 bis 2019 in der Größenordnung von 800 bis 1.200 Hektar pro Jahr. In den Folgejahren ist die Flächeninanspruchnahme für Neuanlagen stetig gewachsen und erreichte 2024 rund 5.600 Hektar (Abbildung 2). Durch einen im Zeitverlauf sinkenden spezifischen Flächenbedarf bezogen auf die installierte Leistung (s. unten) ist die Flächeninanspruchnahme von Neuanlagen deutlich weniger stark gestiegen als die Leistung zugebauter Anlagen. Anlagen, die bis Ende 2012 installiert wurden, stehen für 27 % der insgesamt installierten Freiflächenleistung, aber für 46 % der insgesamt durch Freiflächenanlagen belegten Fläche.

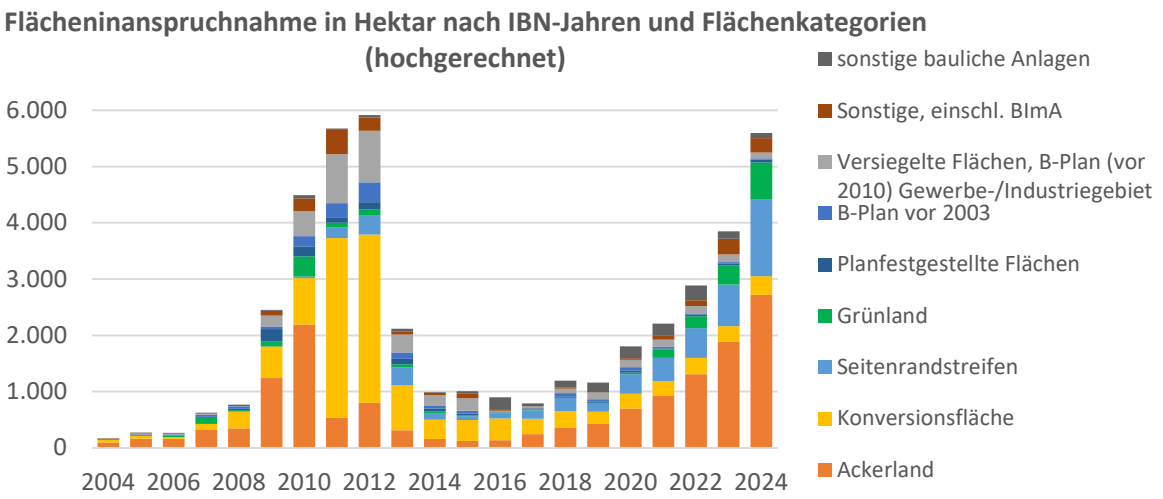

Abbildung 2: Flächeninanspruchnahme neu installierter Freiflächenanlagen nach Flächenkategorien und Inbetriebnahmejahr. Eigene Auswertungen und Hochrechnungen auf Basis der EEG-Daten 2023 und des Marktstammdatenregisters.

Flächeneffizienz

Der Flächenbedarf neuer Freiflächenanlagen hat sich in den vergangenen Jahren im Verhältnis zur installierten Leistung insgesamt sehr stark reduziert. Während in den Jahren bis 2008 pro MW noch 3,5 Hektar und mehr erforderlich waren, ist der Wert bis 2021 auf 1 ha/MW und in den Folgejahren weiter auf 0,88 ha/MW im Jahr 2024 gesunken (Abbildung 3). Diese Entwicklung ist den im Zeitverlauf gestiegenen Modulwirkungsgraden, geringeren Modulreihenabständen und dem Einfluss größerer Anlagen zuzurechnen.

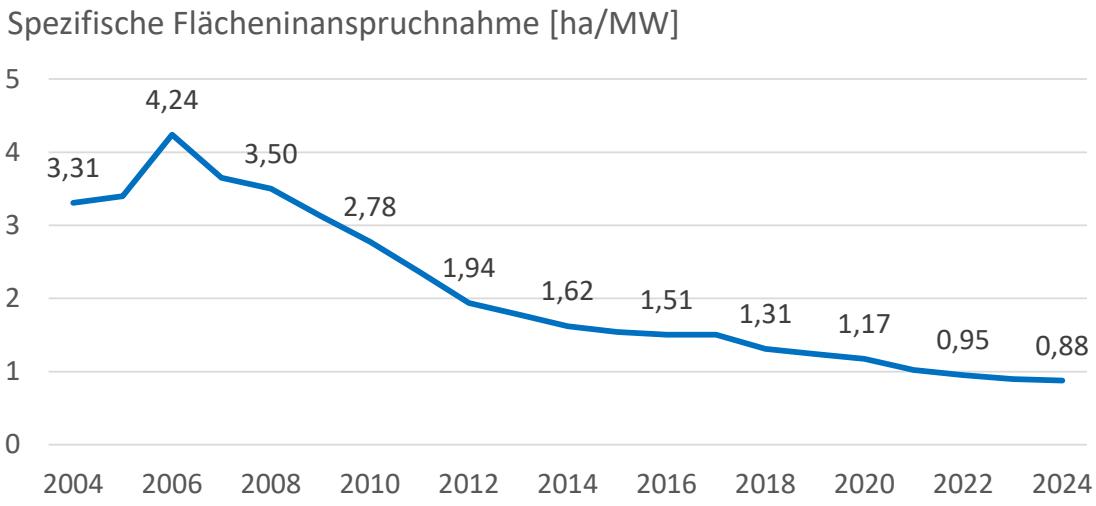

Abbildung 3: Spezifische Flächeninanspruchnahme von PV-Freiflächenanlagen nach Inbetriebnahmejahren. Eigene Auswertungen und Hochrechnungen auf Basis des Marktstammdatenregisters.

Kumulierte Flächeninanspruchnahme nach Flächenkategorien

Insgesamt beträgt die Flächeninanspruchnahme aller bis Ende 2024 installierten PV-Freiflächenanlagen in Deutschland rund 45.200 Hektar. Mit gut 15.200 Hektar (34 %) entfällt der größte Teil mittlerweile auf Ackerflächen, die bereits im Vorjahr die Konversionsflächen mit rund 12.200 Hektar abgelöst haben (Abbildung 4). Unterstellt man, dass Anlagen im Randstreifen von Verkehrswegen und solche auf Grünland tatsächlich überwiegend landwirtschaftlich genutzt wurden, entfallen derzeit mindestens 22.600 Hektar bzw. 50 % auf Flächen der Landwirtschaft. In Relation zur gesamten Fläche des Bundesgebiets stehen PV-Freiflächenanlagen für einen Anteil von 0,1 %. Bezogen auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) in Deutschland von 16,6 Mio. Hektar [2] würde der Bestand theoretisch einen Anteil von 0,3 % einnehmen. Viele Anlagen stehen jedoch nicht auf landwirtschaftlichen Flächen, beispielsweise Anlagen auf Konversionsflächen oder in Gewerbegebieten. Werden die Anlagen auf Ackerland, Grünland und Seitenrandstreifen ins Verhältnis zur landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) gesetzt, ergibt sich ein Anteil von 0,1 %. Im Hinblick auf Ackerland zeigt sich, dass PV-Freiflächenanlagen auf ehemaligen Ackerflächen rund 0,1 % der bundesweiten Ackerfläche von rund 11,7 Mio. Hektar [3] belegen.

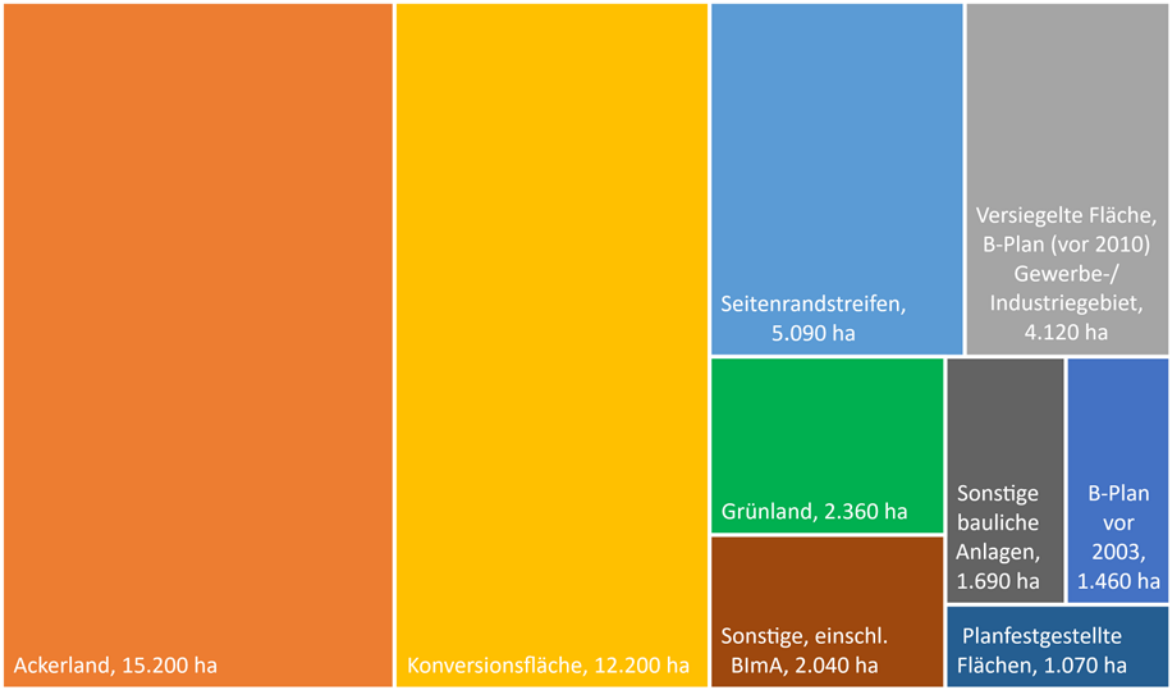

Abbildung 4: Verteilung der Flächeninanspruchnahme des Freiflächenbestands Ende 2024 (gerundet auf 10 ha). Eigene Auswertungen und Hochrechnungen auf Basis der EEG-Daten 2023 und des Marktstammdatenregisters.

Vor dem Hintergrund, dass sich die Flächeninanspruchnahme in den letzten Jahren sehr stark in Richtung der Ackerflächen verschoben hat, wurde nachfolgend analysiert, auf welche Bereiche sich der Zubau im Wesentlichen verteilt hat. Dazu wurde die Flächeninanspruchnahme nach zusammengefassten Flächenkategorien dargestellt (Abbildung 5). Zwischen 2015 und 2024 hat sich die kumulierte Flächeninanspruchnahme von fast 25.000 Hektar auf rund 45.000 Hektar fast verdoppelt. Der Zuwachs in diesem Zeitraum fand hauptsächlich auf landwirtschaftlichen Flächen statt. Dort hat sich der Flächenverbrauch nahezu verdreifacht, während der Flächenverbrauch auf allen weiteren Flächenkategorien um knapp 40 % gewachsen ist.

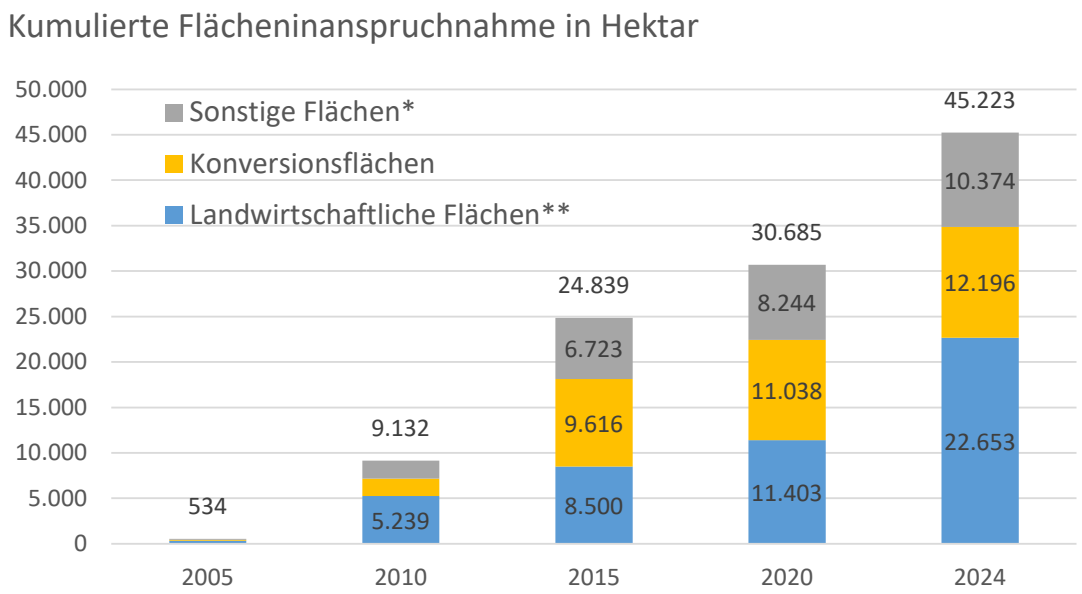

*Abbildung 5: Kumulierte Flächeninanspruchnahme nach zusammengefassten Flächenkategorien. Eigene Auswertungen und Hochrechnungen auf Basis der EEG-Daten 2023 und des Marktstammdatenregisters. * Alle verbleibenden Flächenkategorien; ** Ackerland, Seitenrandstreifen und Grünland.*

Leistung und Flächeninanspruchnahme nach Bundesländern

Die Flächeninanspruchnahme von PV-FFA ist ungleich über die Bundesländer verteilt, wie Tabelle 1 zeigt. So befinden sich Anlagen vor allem in flächengroßen Bundesländern wie Bayern, Brandenburg oder Sachsen-Anhalt, während auf den Gebieten der Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg mangels verfügbarer Flächen kaum die Möglichkeit gegeben ist, um PV-Freiflächenanlagen zu realisieren.

Tabelle 1: Leistung sowie Flächeninanspruchnahme von Freiflächenanlagen nach Bundesländern Ende 2024. Eigene Berechnungen auf Basis der EEG-Daten 2023 und des Marktstammdatenregisters.

Bundesland	Leistung [MW]	Fläche [Hektar]	Anteil an der Landesfläche [%]
Baden-Württemberg	1.546	2.048	0,06
Bayern	9.762	13.655	0,19
Berlin	1	4	0,00
Brandenburg	5.472	8.438	0,28
Bremen	1	2	0,01
Hamburg	2	1	0,00
Hessen	787	1.147	0,05
Mecklenburg-Vorpommern	2.647	3.806	0,16
Niedersachsen	1.196	1.827	0,04
Nordrhein-Westfalen	746	999	0,03
Rheinland-Pfalz	1.518	2.147	0,11
Saarland	391	514	0,20
Sachsen	2.229	2.893	0,16
Sachsen-Anhalt	2.383	3.902	0,19
Schleswig-Holstein	1.573	2.122	0,13
Thüringen	1.032	1.717	0,11
Deutschland	**31.288**	**45.223**	**0,13**

Bestehende Unterschiede zwischen den Bundesländern lassen sich jedoch auch auf andere Gründe zurückführen. Mit der Verabschiedung des EEG 2017 bis zur Einführung des Solarpaket I im Mai 2024

war es den Bundesländern überlassen, in Form einer Rechtsverordnung die Bebauung von Freiflächenanlagen auf Acker- und Grünflächen in benachteiligten Gebieten freizugeben (sog. Länderöffnungsklausel). Dies war dahingehend relevant, da Freiflächenanlagen auf Acker- und Grünflächen ansonsten nicht nach dem EEG förderfähig waren. Mit dem Solarpaket I wurde die Länderöffnungsklausel durch eine „Opt-Out"-Regelung ersetzt. Nach dieser Regelung sind Freiflächenanlagen auf Acker- und Grünflächen in benachteiligten Gebieten grundsätzlich vollumfänglich zugelassen (und damit förderfähig), solange die Länder entsprechende Flächen nicht aktiv ausschließen. Eine Ausschlussmöglichkeit besteht jedoch nur, wenn bereits ein bestimmter Anteil landwirtschaftlich genutzter Flächen durch PV-Anlagen überschritten wurde. Die Flächeninanspruchnahme von Freiflächenanlagen in den jeweiligen Bundesländern war also u.a. davon abhängig, ob und wann die Bundesländer Gebrauch[1] von ihrer Länderöffnungsklausel gemacht haben und wie stark limitierend die einzelnen Rechtsverordnungen ausgestaltet waren.

Die Freiflächenanlagen, die in den jeweiligen Bundesländern installiert sind, verteilen sich relativ ungleich auf die verschiedenen Flächenkategorien (Tabelle 2). PV-FFA auf Ackerflächen werden traditionell sehr zahlreich in Bayern errichtet, zuletzt auch deshalb, weil Bayern als eines der ersten Bundesländer und gleichzeitig in hohem Umfang seine benachteiligten Gebiete für PV-Anlagen im Rahmen der Länderöffnungsklausel freigegeben hatte. In der Folge liegt in Bayern der Anteil von Ackerfläche an der dort insgesamt genutzten Fläche für PV-FFA bei 61 % und ist damit mit Abstand am höchsten. Die umfangreichste Flächeninanspruchnahme von Konversionsflächen für PV-FFA zeigt sich in Sachsen-Anhalt, wo rund die Hälfte der Fläche, die dort für PV-FFA genutzt wird, dieser Kategorie zuzuordnen ist. Generell dominieren in den ostdeutschen Bundesländern PV-Anlagen auf Konversionsflächen: Von den insgesamt genutzten 12.200 Hektar Konversionsflächen entfallen rund 8.500 Hektar bzw. 70 % auf die fünf ostdeutschen Bundesländer.

Unter „Sonstige" werden alle Anlagen auf den restlichen Flächenkategorien subsummiert (vgl. die Erläuterung unter Tabelle 2). Diese weiteren Flächenkategorien werden in den Flächenländern anteilsmäßig vor allem in Thüringen, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen für die Errichtung von PV-FFA genutzt. Innerhalb der Flächenkategorie „Sonstige" dominieren in den genannten Bundesländern Flächen in Gewerbe- und Industriegebieten (TH: 60 %, NW: 42 %, NI: 56 %).

[1] Die Bundesländer Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein hatten bis zur Abschaffung der Länderöffnungsklausel nicht von ihrer Gesetzgebungskompetenz Gebrauch gemacht.

Tabelle 2: Flächeninanspruchnahme von Freiflächenanlagen nach Bundesländern und Flächenkategorien in Hektar Ende 2024. Eigene Berechnungen auf Basis der EEG-Daten 2023 und des Marktstammdatenregisters.

	Acker-fläche	Konversions-fläche	Seitenrand-streifen	Grünland	Sonstige baul. Anlagen	Sonstige*	Summe
BB	1.974	3.883	648	295	394	1.245	8.438
BE	0	0	0	0	0	4	4
BW	968	416	155	159	77	273	2.048
BY	8.308	1.387	1.779	829	98	1.254	13.655
HB	0	0	0	0	0	2	2
HE	321	224	143	60	41	358	1.147
HH	0	0	0	0	0	1	1
MV	678	1.285	622	88	364	768	3.806
NI	348	556	186	101	17	619	1.827
NW	76	254	155	32	121	361	999
RP	791	270	161	368	33	524	2.147
SH	404	424	830	131	3	331	2.122
SL	232	139	33	83	3	24	514
SN	556	925	157	81	208	966	2.893
ST	332	1.843	188	58	186	1.295	3.902
TH	209	591	36	76	142	663	1.717
DE	**15.197**	**12.196**	**5.093**	**2.362**	**1.686**	**8.688**	**45.223**

* Versiegelte Flächen, BImA-Flächen, alter B-Plan (vor 2003), altes Gewerbegebiet, planfestgestellte Flächen, besondere Solaranlagen (Ackerfläche, Dauerkulturen und Grünland) und Sonstige.

Leistung und Flächeninanspruchnahme von ungeförderten Freiflächenanlagen

Im Zuge der dynamischen Marktentwicklung von PV-Freiflächenanlagen in den letzten Jahren werden zunehmend Anlagen ohne Förderung realisiert. Dafür sind mehrere Einflussfaktoren ursächlich. Zum einen erlauben geringe Modul- und Anlagenpreise und gesunkene Zinsen niedrige Erzeugungskosten, was aufgrund wieder gesunkener Marktwerte und perspektivisch weiter sinkender Marktwertfaktoren erforderlich ist. Zum anderen besteht in den EEG-Ausschreibungen hoher Wettbewerb und Kostendruck. Außerdem ist die Teilnahme an den EEG-Ausschreibungen mit Einschränkungen verbunden (Begrenzung der zulässigen Anlagenleistung auf 20 MW und Einschränkung auf bestimmte Flächenkategorien). Ungeförderte Anlagen können auch auf solchen Flächen errichtet werden, die nicht nach dem EEG förderfähig[2] und nicht an die 20 MW-Größenbegrenzung gebunden sind.

Vor diesem Hintergrund wird nachfolgend untersucht, welcher Teil der Flächeninanspruchnahme den ungeförderten PV-FFA zuzurechnen ist. Die Abgrenzung nach geförderten und ungeförderten Anlagen erfolgt anhand der Angaben im Marktstammdatenregister zum Vorhandensein eines Zuschlags aus den EEG-Ausschreibungen und den entsprechenden Anlagenleistungen, oberhalb derer eine Ausschreibungsteilnahme für eine Förderung erforderlich ist. Betrachtet wird der Zeitraum ab 2017, da erst ab diesem Jahr mehr und mehr ungeförderte PV-FFA errichtet wurden.

[2] Dies kann zukünftig vor allem bei landwirtschaftlichen Flächen eine Rolle spielen, da nach § 37 Abs. 4 EEG Gebote auf diesen Flächen nur dann gestattet sind, wenn Anlagen mit Inbetriebnahmedatum ab 2023 eine Leistungsschwelle von 80 GW bis Ende 2030 nicht überschreiten. Anlagen ohne Förderung sind von dieser Regelung ausgenommen und dürfen auch weiterhin auf landwirtschaftlichen Flächen errichtet werden.

Zum Stand Ende 2024 waren 4,7 GW ungeförderte Freiflächenanlagen auf gut 4.000 Hektar in Betrieb. Dies entspricht einem Anteil von knapp 9 % an der Flächeninanspruchnahme insgesamt sowie rund 15 % der installierten Leistung. Bezogen auf den Zeitraum ab 2017, ab dem ungeförderte Anlagen zunehmend in den Markt traten (s. oben), beträgt der Anteil ungeförderter FFA 24 % der Leistung bzw. 21 % der belegten Fläche. Ungeförderte PV-FFA befinden sich zu 83 % auf landwirtschaftlichen Flächen (Abbildung 6) gegenüber 68 % der geförderten FFA im selben Zeitraum. Im Rahmen der Nutzung landwirtschaftlicher Flächen dominieren Ackerflächen mit deutlichem Abstand. Generell stellen Ackerflächen eine einfach und günstig zu erschließende Flächenkategorie dar, weshalb der Zubau im Wesentlichen dort stattfindet – sowohl im geförderten Segment (dort eingegrenzt auf die benachteiligten Gebiete), als auch insbesondere im ungeförderten Segment.

Im Vergleich zum Gesamtmarkt weisen ungeförderte Anlagen eine etwas bessere Flächeneffizienz auf: ihre spezifische Flächeninanspruchnahme lag für Inbetriebnahmen des Jahres 2024 bei 0,83 ha/MW gegenüber 0,88 ha/MW aller Anlagen (vgl. Abbildung 3). Bei ungeförderten Anlagen handelt es sich in großem Umfang um Multi-Megawatt-Anlagen. Dies erlaubt Skalierungseffekte, gleichzeitig werden sie aus Kostengründen tendenziell flächeneffizienter realisiert.

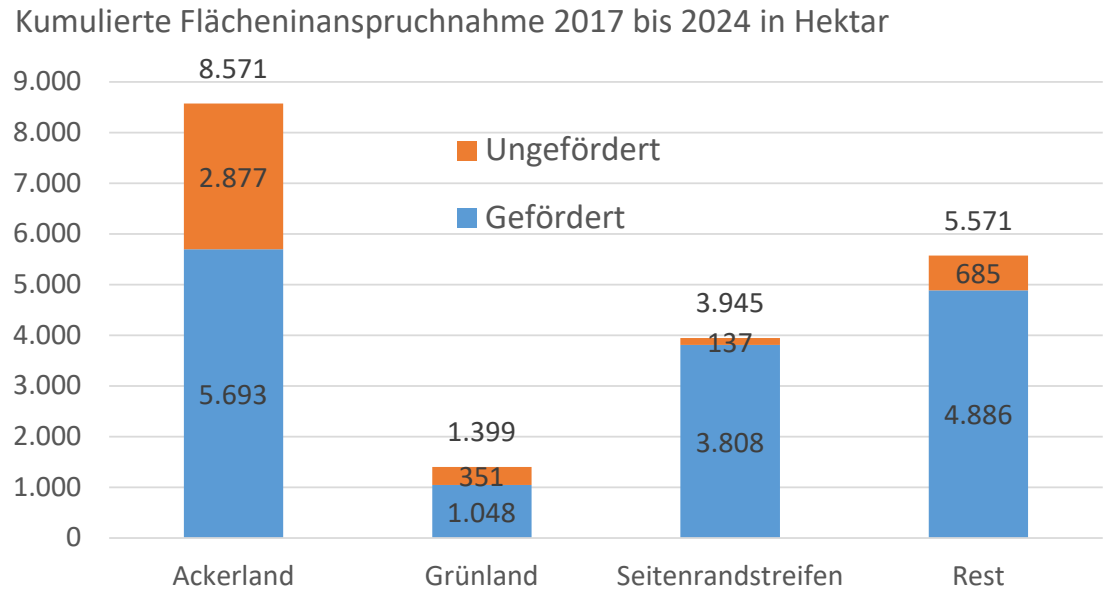

Abbildung 6: Kumulierte Flächeninanspruchnahme in Hektar nach Flächenkategorien und Förderart von 2017 bis 2024. Eigene Auswertungen und Hochrechnungen auf Basis der EEG-Daten 2023 und des Marktstammdatenregisters.

Literaturverzeichnis

1. KELM, Tobias und STAUCH, Daniel. Flächeninanspruchnahme von PV-Freiflächenanlagen. August 2024. Verfügbar unter: https://www.zsw-bw.de/fileadmin/user_upload/PDFs/Aktuelles/2024/Flaecheninanspruchnahme_PV-FFA_2023.pdf

2. STATISTISCHES BUNDESAMT. Betriebsgrößenstruktur landwirtschaftlicher Betriebe nach Bundesländern. März 2024. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Landwirtschaftliche-Betriebe/Tabellen/betriebsgroessenstruktur-landwirtschaftliche-betriebe.html

3. STATISTISCHES BUNDESAMT. Ackerland nach Hauptfruchtgruppen und Fruchtarten. . 2024. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Tabellen/ackerland-hauptnutzungsarten-kulturarten.html